

鉄道営業線における沓座無収縮モルタルの強度確認方法に関する一考察

大鉄工業株式会社 正会員 ○水町 実
大鉄工業株式会社 岡田 幸久
大鉄工業株式会社 正会員 山口 善彰
京橋メンテック株式会社 正会員 山田不二彦

1. はじめに

支承の取替等を行う場合、沓座には写真1および写真2に示すように、無収縮モルタルを用いて施工を行っている。鉄道営業線で施工を行う場合には、無収縮モルタルの打設後十分な養生時間を確保できない場合もある。

そこで、列車を通過させるために必要な無収縮モルタルの強度を現地に簡易的に判断する方法について検討を行った。

2. 列車通過時に必要な無収縮モルタルの支圧強度

鉄道構造物等設計標準・同解説（以下設計標準という）によると、沓座コンクリートの支圧強度の特性値は 16N/mm^2 とされている。そこで、無収縮モルタルについても沓座コンクリートと同強度が必要であることとした。

ここで、設計標準では、支圧強度と圧縮強度の関係は、式1の関係にあるとされている。

$$f'_{ak} = \eta f'_{ck} \dots\dots\dots \text{式1}$$

ここに、 $\eta = \sqrt{A_a/A_s} \leq 2$ 、 A ：コンクリート面の支圧分布面積、 A_a ：支圧を直接受ける面積

よって、 η は1以上2以下となるため、支圧強度が 16N/mm^2 の場合の圧縮強度は $8 \sim 16\text{N/mm}^2$ となる。

ここで、弊社における施工実績を確認したところ、 η の最低値は1.3を下回ることにはなかった。そこで、列車通過時に必要な圧縮強度を $16 \times 1.3 \approx 12.3\text{N/mm}^2$ とした。

3. 実験概要

表1に実験に使用した3種類の無収縮モルタルのフレッシュ性状を示す。なお、無収縮モルタルCには短繊維が混入されている。実験は、円柱供試体（ $\phi 50 \times 100\text{mm}$ ）による圧縮強度試験を表2に示す材齢で行い、それと同じ材齢に反発度およびバネばかりを用いた簡易支圧試験を行った。また、無収縮モルタルAでは、支圧載荷試験も行った。試験体の作成は、冬期の強度発現が厳しい状況を考慮し 5°C の環境で練混ぜ、養生した。

また、支圧強度試験用および反発度試験用の試験体には、沓座モルタルを模擬し、 $300 \times 300 \times 100\text{mm}$ の板状の試験体を用いた。写真4、写真5、および写真6にそれぞれ支圧試験状況、反発度試験状況およびバネばかりを用いた簡易支圧試験状況を示す。

表1 無収縮モルタルのフレッシュ性状

使用材料	J14 ロート (sec)	練上り温度 ($^\circ\text{C}$)	材料温度 ($^\circ\text{C}$)	練混ぜ水温度 ($^\circ\text{C}$)
無収縮モルタルA	7.8	11.0	5.5	16.0
無収縮モルタルB	6.6	9.3	5.0	10.0
無収縮モルタルC（繊維入）	8.3	10.4	5.0	10.0



写真3 J14 ロート

キーワード 沓座コンクリート、無収縮モルタル、反発度、リバウンドハンマー

連絡先 〒532-8532 大阪府大阪市淀川区西中島3丁目9番15号 大鉄工業株式会社 土木本部 土木メンテナンス事業部

TEL：06-6195-6134 FAX：06-6195-6136 E-mail：m-mizumachi@daitetsu.co.jp



写真4 支圧試験



写真5 リバウンドハンマー試験



写真6 バネばかり簡易支圧試験

4. 実験結果

圧縮強度試験結果を表2および図1に示す。圧縮強度は、約60分程度まで急激に上昇し、それ以降緩やかな強度発現となっている。また、今回の実験では無収縮モルタルAのみが大きな値となった。BおよびCの材料は、材齢45分未満では、ほとんどの試験体で型枠脱型ができなかったため圧縮強度が確認できなかった。

図2に $\phi 50 \times 100\text{mm}$ の供試体の圧縮強度とリバウンドハンマーを用いて計測した反発度の関係を示す。

今回の試験の範囲では、同一材料での反発度と圧縮強度の相関は比較的良好で、沓座モルタルの確認方法として適用可能であると考えられる。また、バネばかりを用いた簡易支圧試験方法では、写真7に示すように、BおよびCの材料について材齢45分までが強度不足（跡が残る）と判断されたが、それ以外については表面が変形することなく、強度発現したと判定可能であった。ここで、列車通過開始に必要な圧縮強度 12.3N/mm^2 とすれば、リバウンドハンマーによる反発度が18以上、またはバネばかりを用いた簡易支圧試験で $\phi 4\text{mm}$ の先端を用い、 13.3kg までバネばかりを読みながら载荷した場合、跡型が残らないことで判断可能となる。しかし、バネばかりについては、装置が一般的ではないこと、また、载荷方法が一定となりにくいこと、現地での凹凸跡の有無の判断があいまいなことなどから、リバウンドハンマーによる反発度を用いることが適当であるとする。しかし、既往の研究等により反発度は、その試験条件により結果がばらつく事が報告されているため、当面の間は反発度20を列車通過の判断基準とし、今後実施も含めてデータ収集しさらに適切な判定基準として確立したい。

5. おわりに

鉄道営業線における支承の取替等の工事は、夜間の数時間の作業時間で行うため、無収縮モルタルの養生時間の確保が非常に困難な場合が多い。しかし、列車の安全運行を確保するためには、すべての材料は規定の強度まで達している必要があり、またその強度を適切に判定する必要がある。今回の実験からリバウンドハンマーを用いた確認方法を提案した。ここで示した数値は詳細な設計計算を行わない場合においても適用できるものであり、詳細設計を行った場合にはその数値を用いることも可能である。今後は、さらに簡易に精度よく強度推定が可能となるよう支圧試験結果の分析を行うとともに、実施工での評価を含めたデータ収集を行う予定である。

表2 圧縮強度試験結果

単位: N/mm^2

材齢 材料	30分	35分	40分	45分	60分	90分	120分	1日	28日
無収縮モルタルA	25.3	29.9	30.9	33.2	35.1	38.8	—	42.0	71.3
無収縮モルタルB	(2.7)	—	—	10.3	16.4	18.2	19.9	35.2	52.9
無収縮モルタルC	—	—	—	9.0	15.3	20.2	23.1	37.8	61.2

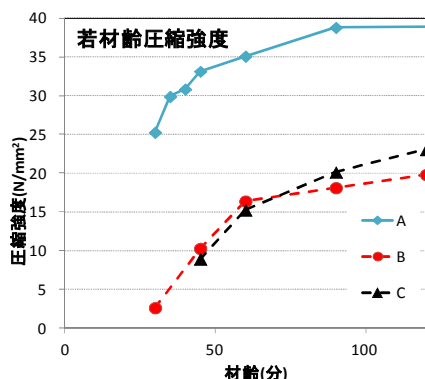


図1 若材齢圧縮強度

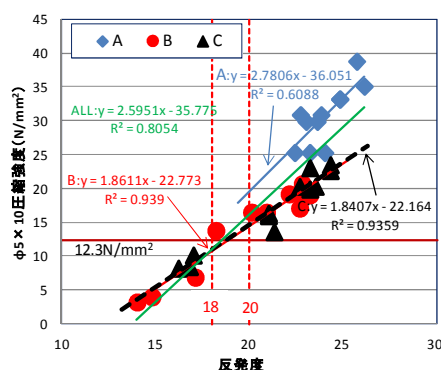


図2 圧縮強度と反発度の関係

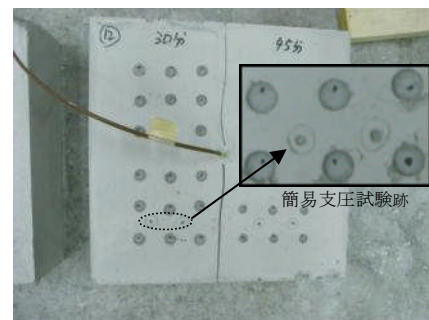


写真7 反発度用試験体